Aus der Zahn- und Kieferstation der Universität Kiel.
Leiter: Privatdozent Dr. Dr. Bichlmayr.

Ueber histologische Veränderungen im Paradentium bei orthodontischen Maßnahmen

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

Zahnarzt HANS-JOACHIM SCHAPER
aus Hamburg

Hamburg 1936

Referent: Dozent Dr. med. et med. dent. Bichelmayr
Korreferent: Prof. Dr. Siegmund

Gedruckt mit Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Kiel

PAUL EVERT DRUCK UND VERLAG / SPEZIALITÄT: WERKE UND DISSERTATIONEN
HAMBURG 11, ADMIRALITÄTSTRASSE 16

MEINEN ELTERN
IN DANKBARKEIT
GEWIDMET!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153309_0184

Es herrschte lange ein heftiger Wettstreit der Meinungen über die histologischen Veränderungen im Paradentium bei orthodontischen Maßnahmen. Er besteht heute noch, aber im verminderten Maße; denn dank der zahlreichen histologischen Untersuchungen und deren übereinstimmenden und gleichlautenden Ergebnisse, besonders des letzten Jahrzehnts, konnte sich eine einheitliche Anschauung durchringen. Der Schwede Sandstedt legte 1904 als erster den Grundstein zu diesem Bau. Durch Oppenheim (1919 u. 1928), Johnson (1925), Marshall (1928), Gottlieb und Orban (1931), Schwarz (1932) und durch die Japaner Kogure-Yamada-Tunoda (1933) wurde Baustein an Baustein gefügt. Auch diese Arbeit soll ein kleiner Baustein sein, um das Werk mit vervollständigen zu helfen.

Es soll im Folgenden ein kurzer Überblick über die Entwicklung der herrschenden Anschauungen und Untersuchungen gegeben werden, um meiner Arbeit eine Berechtigung zu geben und sie verständlicher zu machen.

Im vorigen Jahrhundert standen sich zwei Theorien gegenüber, die auf Flourens und Kingsley zurückgingen. Flourens behauptet, daß beim Richten der Zähne eine Stellungsveränderung nur durch Resorption des umgebenden Knochens auf der einen Seite und Apposition im gleichen Maße auf der anderen Seite ermöglicht und dauernd erhalten würde. Der Amerikaner Kingsley läßt für langsame Bewegungen die Theorie von Flourens gelten. Aber die Erweiterung des Zahnbogens innerhalb weniger Tage konnte er sich durch diese Theorie nicht erklären. „Wir müßten uns", schreibt er, „den Vorgang so erklären, daß der Gefäßreichtum der Alveolen eine so bedeutende Elastizität im Gefolge hat, daß die Zähne leicht nach außen zugleich mit dem äußeren Alveolarrande gedrängt werden, der aber seine vollständige Integrität und Funktionsfähigkeit beibehält." Walkhoff nimmt in seinem Leitfaden „Die Unregelmäßigkeiten in den Zahnstellungen und ihre Behandlung" (1891) den Gedanken der Elastizität auf. Er weist aber darauf hin, daß die Vorgänge beim Richten nicht durch den Gefäßreichtum der Alveole und die dadurch bedingte Elastizität erklärt werden könne, wohl aber und nur durch die natürliche Elastizität des Knochens. „Nach meiner Theorie", schreibt er, „besteht das Richten eines Zahnes in der Erzeugung einer Spannungsdifferenz zwischen den umliegenden Gewebsabschnitten des Kieferknochens, sein Festwachsen in dem Ausgleiche derselben." Nach physikalischen Begriffen ausgedrückt: „In einer Verschiebung der gröberen histologischen Elemente des Knochengewebes über ihre Elastizitätsgrenze; das nachherige Festwerden derselben besteht in einem Ordnen der verschobenen Elemente zu einem stabilen Gleichgewichtszustande. Bei der Veränderung der äußeren Form wird aber die innere Struktur der histologischen Elemente nur umgelagert, nicht aber umgebildet."

Experimentelle Untersuchungen sind erstmalig von Sandstedt gemacht worden, der die Theorie von Flourens auf Grund seiner Ergebnisse bestätigen konnte. Weitere Untersuchungen wurden von Oppen-

heim gemacht, der nicht rückhaltlos die Ansicht von Flourens anerkennen konnte. Seine Befunde veranlaßten ihn zur Aufstellung seiner Transformationstheorie. Sie besagt, daß bei schwachen Kräften die Kompakta des Alveolarknochens unter der Einwirkung des Druckes und Zuges sich zu beiden Seiten des bewegten Zahnes in einen spongiösen Übergangsknochen aufblättert, dessen Elemente senkrecht zur Wurzeloberfläche eingestellt sind. Auf der Druckseite wird dieser neugebildete Übergangsknochen resorbiert. Auf der Zugseite wird neuer Knochen angebaut. Seine veröffentlichten histologischen Bilder sind trotz seiner Transformationstheorie, die er auch später im Sinne der Anschauung von Flourens korrigierte, als Bestätigung dieser aufzufassen. Im Jahre 1926 erschien eine Arbeit von drei amerikanischen Orthodonten Johnson, Appleton und Rittershofer. Ihre Versuche waren in ähnlicher Weise wie die Oppenheims angelegt. Sie sind eine weitere Bestätigung für die Theorie von Flourens.

Auf Grund dieser übereinstimmenden histologischen Befunde korrigierte Walkhoff (2) seine Theorie dahin, daß beim Richten der Zähne histologische Veränderungen auftreten können, aber nur eine Begleiterscheinung spielen. Er führt als „schlagenden Beweis" an, daß die Oppenheimsche Theorie und seine histologischen Befunde nicht die Tatsache zu erklären vermögen, daß, wo die Zähne um ein ganz bedeutendes Stück nach dorsal verschoben wurden, die vordere Alveolarlamelle sich nicht dementsprechend verstärkt, sondern durch gleichzeitiges und gleichmäßiges Zurücktreten ihre äußere Form bewahrt. Es müßte also beim Fortschreiten der Verschiebung der Zähne in dorsaler Richtung die äußere Fläche der Alveolen in gleichem Umfange durch Resorption abgebaut werden, sonst würde bei einer solchen Bewegung der Zähne um 5 mm später eine ebenso dicke Alveolarwand sich befinden müssen. Davon sieht man aber in der Praxis nichts und auch die Oppenheimschen histologischen Untersuchungen geben keinen dementsprechenden Aufschluß. „Grade diese Fälle", schreibt er, „sind ein schlagender Beweis dafür, daß es sich beim Verschieben der Zähne zunächst weit mehr um mechanische Vorgänge im Knochengewebe als um grundlegende histologische Veränderungen handelt."

In neuerer Zeit hat die Wiener Schule wie Gottlieb-Orban, Breitner und Schwarz erneut Beweise für die Theorie von Flourens geliefert. Besonders die Versuche von Gottlieb und Orban (11) zeigen, welch enorme Zahnbewegungen allein durch Resorptions- und Appositionsvorgänge möglich sind und daß auch auf der äußeren Alveolenwand auf Zug Resorption und Druck stattfindet. „Die Knochenresorption an der apicalen Druckstelle der mesialen Wurzel", schreibt Gottlieb, „hat die ursprüngliche Kieferdicke vollkommen durchsetzt, so daß die Wurzelspitze bereits außerhalb des Kiefers zu liegen käme, wenn nicht an der Außenseite des Kiefers, der Druckstelle entsprechend, rechtzeitig neuer Knochen angebaut worden wäre (11)." Hierdurch wird der Walkhoffschen Theorie zweifellos einer der stärksten Stützen geraubt.

Die Untersuchungen der Japaner Kogure-Yamada-Tonuda (21) im Jahre 1933 sind, da sie an Menschen ausgeführt wurden,

äußerst wertvoll. Hinsichtlich der Frage der Zahnresorption lassen sie wichtige Schlüsse zu. Auch gestatten sie, sofern ähnliche Apparate angewandt wurden, die aus Tierexperimenten gewonnenen Ergebnisse zum Teil auf den Menschen zu übertragen.

Nachdem ein kurzer Überblick über die Entwicklung der herrschenden Anschauungen und Untersuchungen gegeben wurde, werden im Folgenden das Material, die Versuchsanordnungen und Ergebnisse mitgeteilt. Es wurde von Herrn Dr. Bichlmayr eine Versuchsreihe an 11 Hunden angestellt, an denen man sämtliche Veränderungen im Gewebe nach mit allen zur Zeit gebräuchlichen orthodontischen Apparaten mit und ohne Retentionszeit studieren konnte. Es wurden ganz schwache, intermittierende Schraubenkräfte angewandt, bei welchen die Schraube nur 0,9—0,25 mm täglich bewegt wurde und orthodontische Bewegungen von Stunden, von einzelnen Tagen, von Wochen und Monaten ausgeführt, wie wir sie tatsächlich auch aus der heutigen Praxis kennen.

Protokoll der Hundeversuche.

Der erwachsene Hund besitzt in jeder Kieferhälfte: 3 Schneidezähne, 1 Eckzahn, 4 Praemolaren und im Unterkiefer 3, im Oberkiefer 2 Molaren. Im Unterkiefer ist der erste Molar, im Oberkiefer der vierte Praemolar mächtig ausgebildet. Diese Zähne sind die stärksten im ganzen Gebiß und werden als Reißzähne bezeichnet.

Hund 3:

2 Jahre alt. Im Oberkiefer wurde folgender Apparat eingesetzt: Beide Eckzähne und die vier Schneidezähne sind überkappt. An den Eckzähnen ist ein Innenbogen mit zwei Röhrchen angelötet. Die Röhrchen verbinden den Innenbogen mit den Schneidezahnkappen. Durch Anziehen der Mutter werden die Schneidezähne nach oral gezogen, und zwar wurden die Muttern, 6 Wochen lang, täglich zweimal angezogen und darauf 4 Wochen retiniert.

Auf Grund der histologischen Versuche konnte festgestellt werden, daß die Schneidezähne um eine zwischen mittlerem und apicalem Drittel gelegene Achse gekippt waren. Es wird deswegen im Folgenden von einer marginalen Zug- und Druckseite und von einer apicalen Zug- und Druckseite gesprochen.

Die Mikrophotogramme stammen von Präparaten aus ca. 200 Serienschnitten von Dr. Bichlmayr. Zur leichteren Orientierung wurden den Mikrophotogrammen schematische Zeichnungen beigegeben. (Die Mikrophotogramme befinden sich in der Zahn- und Kieferstation der Universität Kiel, wo sie jederzeit eingesehen werden können.)

1. rechter Schneidezahn:

Marginale Zugseite: (Präp. 59a, Taf. I, 2) Alveolarspitze und Innencorticalis bestehen aus neuem Knochen, der ungefähr bis zum Anfang des letzten Wurzeldrittels zu verfolgen ist. Haverssche Kanäle fehlen noch. An der Außencorticalis Resorptionslakunen mit Osteoklasten.

Marginale Druckseite: (Präp. 59a, Taf. I, 1) Resorptionslakunen an der Innencorticalis nur angedeutet zu erkennen, da sich während der 4wöchigenRetentionszeit neue Knochenbälkchen gebildet haben, mit dem Bestreben, die normale Periodontalbreite wiederherzustellen. An der Außen-

corticalis durch die Druckeinwirkung bedingte, osteophytische Knochenneubildungen. Am Zahn größere Resorptionen mit beginnender Reparation.

Apicale Druckseite: (Präp. 58d, Taf. I, 4) Hier hat der Druck den Alveolarknochen vollkommen durchresorbiert. Periodontium ist von der Submucosa nur durch das Alveolarperiost getrennt. Periodontium ist sehr stark zusammengedrängt, aber nicht kernlos und nekrotisiert. Alveolarknochen zeigt alte Resorptionslinie, die aber schon wieder während der Retentionszeit repariert ist. Zahnoberfläche intakt.

Apicale Zugseite: (Präp. 59b u. 58c, Taf. I, 3) An der Innencorticalis auf Zug neugebildete Knochenbälkchen. Periodontalraum im Verhältnis zur apicalen Druckseite sehr stark verbreitert.

2. rechter Schneidezahn:

Marginale Zugseite: (Präp. 60b, Taf. II, 2) Der Alveolarknochen besteht zur Hälfte aus neugebildetem Knochen noch ohne Haverssche Struktur, der apicalwärts an Mächtigkeit abnimmt. An der Außencorticalis Resorptionslakunen mit Osteoklasten.

Marginale Druckseite: (Präp. 60b, Taf. II, 1) Die ursprünglich auf Druck resorbierte Innencorticalis wird durch den während der Retentionszeit neugebildeten Knochen repariert, mit dem Bestreben, die konstante Entfernung Zahn—Knochen zu wahren. Dieser verläuft fast parallel zur Zahnresorption. Die Regenerationstendenz des Knochens scheint also größer als die des Zahnes zu sein. Zahnoberfläche zeigt in diesem Bezirk zwei Resorptionen mit beginnender Reparation.

Apicale Druckseite: (Präp. 60a, Taf. II, 4) Periodontium ist stark zusammengedrängt. Am Zahn und Knochen Resorptionen mit Osteoklasten. An der Außencorticalis hat sich unter der Druckwirkung neuer Knochen gebildet, der aber auch zum größten Teil vom Periodontium aus resorbiert ist, so daß nur eine dünne Knochenspange das Periodontium vom Alveolarperiost trennt.

Apicale Zugseite: (Präp. 60a, Taf. II, 3) Periodontalraum stark verbreitert. An der Innencorticalis auf Zug neugebildeter Knochen.

1. linker Schneidezahn:

Marginale Zugseite: (Präp. 63d, Taf. III, 2) Alveolarspitze und Innencorticalis bestehen aus den durch die Zugwirkung bedingten neugebildeten Knochen. An der Außencorticalis Resorptionslakunen mit einzelnen Osteoklasten, teilweise aber schon wieder in Reparation.

Marginale Druckseite: (Präp. 63d, Taf. III, 1) Reparation der ursprünglich auf Druck resorbierten Innencorticalis. Mehrere große Resorptionen am Zahn mit beginnender Reparation. Der neugebildete Knochen verläuft fast parallel zur Zahnresorption, als Beweis für die größere Regenerationstendenz des Knochens.

Apicale Druckseite: (Präp. 63d, Taf. III, 4) Der Alveolarknochen ist in seiner gesamten Dicke durchresorbiert. Periodontium stark zusammengedrängt. Mehrere Resorptionen am Zahn. Alveolarknochen zeigt teilweise reparierte Resorptionslakunen.

Apicale Zugseite: (Präp. 63d, Taf. III, 3) Auf Zug neugebildeter Knochen an der Innencorticalis; am Zahn vermehrte Zementapposition. Periodontalraum stark verbreitert, Periodontalfasern verdickt.

2. linker Schneidezahn:

Marginale Zugseite: (Präp. 64c) Die Innencorticalis besteht zum größten Teil aus neugebildetem Knochen, dem die Haverssche Struktur noch fehlt. Apicalwärts nimmt er an Mächtigkeit ab. Resorptionslakunen mit Osteoklasten an der Außencorticalis.

Marginale Druckseite: (Präp. 64d) Der resorbierte Knochen der Alveoleninnenwand wird durch Knochenbälkchen repariert. Diese entwickeln sich parallel zur Zahnoberfläche, vereinigen sich und bilden so wieder eine neue Innencorticalis. An der Außencorticalis durch die Druckeinwirkung bedingten neugebildeten Knochen (Präp. 64c u. 65).

Apicale Druckseite: (Präp. 64d) Periodontium zusammengedrängt. Alveolarknochen ist fast durchresorbiert. Am Zahn mehrere Resorptionen mit beginnender Reparation.

Apicale Zugseite: (Präp. 64c) Neugebildeter Knochen ohne Haverssche Struktur an der Innencorticalis. Periodontalraum verbreitert. Periodontalfasern verdickt. Vermehrte Zementapposition am Zahn.

Hund 1:

11 Monate alt, am 28. 9. wurde folgender Apparat angefertigt und aufzementiert: Im Oberkiefer wurden die beiden überkronten Eckzähne durch einen palatinal verlaufenden Transversalbügel verbunden. An diesem wurden die ersten beiden Schneidezähne durch Drahtligaturen festgebunden. Die Schneidezähne wurden vom 1. 10.—6. 10. durch die Ligaturen nach palatinal bewegt, und zwar wurden diese jeden Tag nachgezogen. Vom 7.—19. 10. Regulierung unterbrochen. Am 19. 10. wurde folgender neuer Apparat angefertigt und aufzementiert:

Die überkronten Eckzähne wurden durch einen Transversalbügel verbunden. Der 1. und 2. linke obere Schneidezahn ebenfalls überkront und durch Stift mit Schraubengewinde und Mutter so mit dem Transversalbügel verbunden, daß durch Anziehen der Mutter beide Schneidezähne nach palatinal bewegt wurden (vom 20. 10.—5. 11. pro Tag 0,25 mm). Vom 5. 11. bis 4. 12. in Ruhestellung gelassen. Am 4. 12. Hund mit Strychnin getötet. Die beiden Schneidezähne wurden also insgesamt durch Ligaturen 6 Tage nach palatinal bewegt, darauf 12 Tage in Ruhe gelassen. Wieder 16 Tage täglich um 0,25 mm nach palatinal bewegt und darauf 4 Wochen retiniert.

Auch an den Zähnen dieses Hundeversuches konnte festgestellt werden, daß diese um eine ungefähr an der Grenze zwischen mittlerem und apicalem Drittel gelegene Achse gekippt waren. Es wird demnach auch hier von einer marginalen Zug- und Druckseite und einer apicalen Zug- und Druckseite gesprochen werden.

2. linker Schneidezahn:

Marginale Druckseite: An der Innencorticalis (Präp. 24a, Taf. IV, 1) alte Resorptionslinie, die ungefähr bis zum Anfang des letzten Wurzeldrittels verläuft. Während der 4wöchigen Retentionszeit hat sich wieder neuer Knochen gebildet, mit dem Bestreben, die normale Periodontalbreite wiederherzustellen. Er bildet die Innencorticalis. Einbau von Haversschen Kanälen. Periodontium funktionell nicht orientiert. An der Alveolenaußencorticalis durch die Druckeinwirkung neugebildeten Knochen mit beginnendem Einbau von Haversschen Kanälen.

Präparat 18b, Taf IV, 2 zeigt uns zwei unterminierende Resorptionen im Zahn. Der Druck hat das Periodontium teilweise nekrotisiert. In der

Peripherie, zu beiden Seiten des nekrotisierten Gewebes, wird dieses durch „Rückenresorption" (Sandstedt u. Gottlieb) weggeschafft. Hier finden sich auch Resorptionen am Zahn mit beginnender Reparation.

Marginale Zugseite: Die Alveolarspitze und Innencorticalis (Präp. 23a, Taf. IV, 3) bestehen fast nur aus den durch die Zugeinwirkung bedingten neugebildeten Knochen. Beginnender Einbau von Haversschen Kanälen. Periodontium funktionell orientiert. An der Außencorticalis in der gesamten Ausdehnung Resorptionslakunen mit einzelnen Osteoklasten. Auch die dem Zahn abgewandte Seite des Knochenmarks läßt eine alte Resorptionslinie erkennen.

Apicale Zugseite: (Präp. 18b, Taf. IV, 4) Starke Knochenneubildungen an der Innencorticalis, die sich vom alten Knochen deutlich durch eine andersartige Färbung unterscheiden. Am Zahn vermehrte Zementapposition. Periodontalraum stark verbreitert.

Apicale Druckseite: Präparat 18a zeigt in der apicalen Druckseite das gesamte Periodontium als kernloses, nekrotisches Gewebe. Es ist sehr stark zusammengedrängt, fast zusammengequetscht. Zahlreiche Blutungen. Am Zahn unterminierende Resorptionen mit beginnender Reparation. (Taf. IV, 5.) Die gegenüberliegende Innencorticalis zeigt alte Resorptionslinie, die aber während der Retentionszeit durch neuangelagerten Knochen repariert ist.

1. linker Schneidezahn:

Marginale Zugseite: (Präp. 11a, Taf. V, 1) Das Periodontium ist hier funktionell orientiert. Die Innencorticalis besteht zum größten Teil aus den durch die Zugeinwirkung bedingten neugebildeten Knochen; beginnender Einbau von Haversschen Systemen. Auch die dem Zahn zugewandte Seite des Knochenmarks zeigt schichtenweis angelagerten Knochen mit dichten Osteoblastenreihen. Die Alveolenaußencorticalis und die dem Zahn abgewandte Seite des Knochenmarks zeigen alte Resorptionslinien, die aber schon zum größten Teil repariert sind.

Marginale Druckseite: Präp. 10a, Taf. V, 2 zeigt uns eine große Resorption im Zahn. Am apicalen und marginalen Rand der Resorption kernloses, nekrotisiertes Gewebe mit einer sog. unterminierenden „Rückenresorption", wie sie Sandstedt und Gottlieb beschreiben. Der Druck hat das Periodontium nekrotisiert. Es fand peripherwärts, wo das Periodontium noch erhalten war, eine Rückenresorption statt, die das nekrotische Gewebe zum größten Teil wegschafften. Nach Aufhören des Druckes schlug die Resorption in Apposition um. Zahnresorption und Innencorticalis zeigten sich neubildenden Knochen mit dichten Osteoblastenreihen, und es ist während der 4wöchigen Retentionszeit zur Verwachsung zwischen Zahn und Knochen gekommen.

Apicale Zugseite: Präp. 13b läßt uns deutlich die Breitenunterschiede am Apex erkennen. Die Periodontalfasern stehen hier senkrecht zur Zahnoberfläche und sind verdickt. Auch starke Zementapposition. Der gegenüberliegende Knochen zeigt Osteoblastenreihen.

Apicale Druckseite: (Präp. 13a) Das Periodontium ist stark zusammengedrängt. An der Innencorticalis alte Resorptionslinie, die aber während der Retentionszeit durch neuen Knochen repariert ist. Der Druck hat drei bis ins Dentin gehende Resorptionen am Zahn verursacht.

Auf Grund der histologischen Befunde konnte an allen orthodontisch bewegten Zähnen der Hunde 3 und 1 eine marginale und apicale Druckzone und eine marginale und apicale Zugzone festgestellt werden. Die Zähne wurden demnach gekippt. Der neugebildete Knochen in der marginalen Zugzone und die Resorptionslakunen in der marginalen Druckzone waren ungefähr bis zum Anfang des letzten Wurzeldrittels zu verfolgen; von hier ab, apicalwärts, zeigte der Knochen ein entgegengesetztes Verhalten. Die Zähne wurden demnach um eine zwischen mittlerem und apicalem Drittel gelegene Achse gekippt.

Unter der Druckwirkung fand eine weitgehende Resorption der Innencorticalis statt, die in einigen Fällen im apicalen Druckbezirk den gesamten Alveolarknochen durchsetzt hat; ferner eine Apposition an der Alveolenaußencorticalis (Taf. II, 4; IV, 1; I, 1). Durch den Druck wurde das Periodontium an einigen Stellen kernlos, nekrotisiert. Peripher, zu beiden Seiten des nekrotisierten Gewebes, begann vom Periodontium aus eine sog. unterminierende „Rückenresorption" (Taf. IV, 2; V, 2), wie sie von Sandstedt und Gottlieb beschrieben wurde. An den Stellen, wo das Periodontium durch Druck nekrotisiert war, fanden sich stets Resorptionen am Zahn, und zwar im marginalen und apicalen Druckbezirk. Fast alle Zahnresorptionen zeigten wieder Reparation, die in einigen Fällen sowohl am Zahnhals als auch am Apex zur Verwachsung zwischen Zahn und Knochen (Taf. V, 2) geführt hat. Ein gradueller Unterschied zwischen den Veränderungen am Zahnhals und Apex bestand nicht. Die Veränderungen am Zahnhals und Apex waren die gleichen.

An der Zugseite wurde an der Alveoleninnencorticalis und an der dem Zahn zugewandten Seite des Knochenmarks (V, 1 u. IV, 3) Knochen apponiert, an der Außencorticalis und an der dem Zahn abgewandten Seite des Knochenmarks Knochen resorbiert (V, 1; IV, 3; I, 2; II, 2). Im apicalen Zugbezirk konnte stets eine Zementapposition festgestellt werden. Zahnresorptionen waren nie festzustellen. Periodontium war entweder funktionell orientiert oder stand senkrecht zur Zahnoberfläche.

Die hier mitgeteilten Befunde sind eine Bestätigung der Ergebnisse von Sandstedt, Oppenheim, Johnson, Marshall, Gottlieb, Orban und Schwarz und anderer Autoren.

Walkhoff schreibt sehr richtig, daß das Richten eines Zahnes in der Erzeugung einer Spannungsdifferenz zwischen den umliegenden Gewebsabschnitten des Kieferknochens besteht, sein Festwachsen in dem Ausgleiche derselben. Die Osteotomie (Bichlmayr) beruht auf dieser Auffassung von Walkhoff. Sie beabsichtigt diese Spannungsdifferenzen durch chirurgische Einschnitte zu lösen. Hierdurch konnten Regulierungen tatsächlich beschleunigt werden. Es muß aber die Auffassung Walkhoffs bestritten werden, daß der Ausgleich der Spannungsdifferenzen dadurch vollzogen wird, daß sich die histologischen Elemente nur umlagern, aber nicht umbilden, daß die histologischen Veränderungen nur eine Begleiterscheinung spielen.

Auf Grund der histologischen Befunde aus diesen und anderen zahlreichen Hundeversuchen muß gesagt werden, daß die durch die Regulierung verursachten Spannungsdifferenzen einzig und allein nur durch die histologischen Umbauvorgänge, d. h. Resorption und

Apposition ausgeglichen werden. Bei Regulierungen besteht die Theorie von Flourens ausnahmslos zu Recht, die besagt, daß beim Richten der Zähne eine Stellungsveränderung nur durch Resorption des umgebenden Knochens auf der einen Seite und Apposition im gleichen Maße auf der anderen Seite ermöglicht und dauernd erhalten würde.

Zur Frage, ob continuirliche oder intermittierende Kräfte in der orthodontischen Praxis angewandt werden sollen, ist folgendes zu sagen: Wir müssen versuchen, die Kräfte, die die Natur bei einer Zahnbewegung anwendet, soweit wie möglich nachzuahmen. Wir wissen, daß bei einer physiologischen Wanderung der Zähne intermittierende Kräfte zur Anwendung kommen. Ferner sagt Oppenheim (12), daß es eine allgemein anerkannte Tatsache ist, daß das Wachstum intermittierend vor sich geht, und daß das Periodontium in den Pausen genügend Zeit zur Erholung und Reparation der verursachten Schäden hat.

Bei diesen Hundeversuchen kam es trotz Anwendung intermittierender Kräfte zu Zahnresorptionen. Da die Schrauben jeden Tag angezogen wurden, müssen wir die Wirkung auf das Periodontium als eine continuirliche auffassen; denn das Periodontium konnte innerhalb 24 Stunden den Druck durch Resorption nicht ausgleichen; es mußte so von Tag zu Tag innerhalb des Periodontiums zu einer allmählichen Steigerung des Druckes kommen, der stetig und continuirlich auf Zahn und Knochen wirkte. Das Periodontium wurde anämisiert und schließlich geschädigt und damit die Ursache zur Zahnresorption gegeben. Es ergibt sich hieraus die Forderung, in der Praxis intermittierende Kräfte mit längeren Pausen anzuwenden.

Eng zusammenhängend mit dem vorhergehenden ist das Problem der Zahnresorption. Als ursächliches Moment für diese führt Gottlieb (22) eine herabgesetzte „Vitalität des Zementes" an. Er sagt: „Die Qualität des umliegenden Bindegewebes spielt wohl kaum eine Rolle, da ... ..., sondern lediglich der Zustand der Wurzeloberfläche." Gottlieb vergißt hierbei, daß Zementoblasten und Zementoklasten Bestandteile des Periodontiums sind. Für die Resorption und Apposition ist nur das Periodontium verantwortlich zu machen. Solange sich das Periodontium in funktionstüchtigem Zustand befindet, solange wird der Zahn noch vor der Resorption bewahrt. Das Periodontium umgibt den Zahn wie eine schützende Hülle. Es ist vom biologischen Standpunkt das widerstandsfähigste Gewebe des Paradentiums. Dies ist hauptsächlich durch den ausgedehnten Kollateralkreislauf und zahlreiche Lymphnetze bedingt (Fischer; 18). Er schreibt: „... daß es mit starken Kräften der Gewebsleistung und Abwehr ausgestattet ist. Der periodontale Raum besitzt von Haus aus die natürliche Widerstandskraft aller hochentwickelten Bindegewebe, ihm zur Seite steht mit scharfen Waffen der Abwehr das Knochenmark. Hierauf beruht der eigentliche Schutz des Zahnes und seiner Gewebe." Ist das Periodontium irgendwie geschädigt, so verliert es seine schützende Funktion. Die Ernährung zum Zement ist damit unterbrochen. Periodontium und Zahn fallen somit der Resorption als „abbaureifes Gewebe" anheim (Siegmund-Weber).

In allen Präparaten dieser beiden Hundversuche, wo eine Nekrotisierung oder Schädigung des Periodontiums festzustellen war, zeigte sich stets

eine Resorption des Zahnes (Taf. IV, 2; V, 2). Es ist demnach anzunehmen, daß die Ursache der Zahnresorption ein geschädigtes Periodontium ist.

Die gleichzeitigen Gewebsveränderungen am Paradentium, d. h. Zahn, Periodontium und Alveolarknochen sind wiederum ein Beweis für die Richtigkeit der Auffassung Weskis von der funktionellen Einheit und Abhängigkeit dieser drei Gewebe.

Bei fast allen Zähnen wurden im apicalen und marginalen Druckbezirk Resorptionen festgestellt. Einige waren fast vollkommen durch Knochen bzw. Knochenzement repariert; andere wieder zeigten eine schmale Auskleidung von Knochen oder eine gleichmäßige Zellreihe, als Zeichen einer beginnenden Reparation. Die gleichen Befunde teilen uns die Japaner Kogure-Yamada-Tonuda (21) mit. Es kann also gesagt werden, daß die Angst vor der Zahnresorption als übertrieben bezeichnet werden muß. Obwohl Resorptionen während einer Regulierung auftreten, scheinen sie während einer genügend langen Retentionszeit wieder repariert zu werden.

In einigen Präparaten zeigte sich, daß trotz Zahnresorption der Knochen parallel zu dieser verlief, die normale Periodontalbreite wiederhergestellt war (Tafel IV, 5; III, 1; I, 1). Einer Bucht im Zahn lag ein entsprechender Knochenvorsprung gegenüber. Der Knochen ist also scheinbar schneller wandlungsfähig als das Zement; er paßt sich neuen Verhältnissen durch Resorption und Apposition schneller an, besitzt eine größere Regenerations- und Resorptionstendenz als das Zement. Überhaupt treten Resorptions- und Appositionsvorgänge am Zahn nie in dem gleichen Umfange wie am Knochen auf. Stets übertreffen alle Umbauvorgänge am Knochen diejenigen am Zahn.

Die in vielen Fällen zu beobachtende, unterminierende Resorption unter der Zementdecke am Zahn (Taf. IV, 2 u. 5; I, 1) läßt darauf schließen, daß Dentin leichter als Zement resorbiert wird. Dieses verschiedene Verhalten beider Hartgewebe ist wahrscheinlich durch ihren unterschiedlichen Bau und durch ihre verschiedene chemische Zusammensetzung zu erklären.

Zusammenfassung.

1. Der Drehpunkt der orthodontisch bewegten Zähne liegt zwischen mittlerem und apicalem Wurzeldrittel.
2. Bei Regulierungen findet eine Stellungsveränderung der Zähne durch histologische Umbauvorgänge, d. h. Resorption und Apposition statt. Die Theorie von Flourens besteht demnach ausnahmslos zu Recht.

   Die aus diesen Hundeversuchen gewonnenen Ergebnisse sind eine Bestätigung jener von Sandstedt, Oppenheim, Johnson, Marshall, Gottlieb, Orban, Schwarz und Bichlmayr.
3. Die histologischen Ergebnisse lassen die Forderung zu, in der Praxis intermittierende Kräfte mit längeren Pausen anzuwenden.
4. Die Ursache der Zahnresorption ist ein geschädigtes Periodontium.

5. Obwohl Resorptionen während einer Regulierung auftreten, scheinen sie während einer genügend langen Retentionszeit wieder repariert zu werden.
6. Knochen besitzt eine größere Resorptions- und Regenerationstendenz als Zahngewebe.
   Alle Umbauvorgänge am Knochen übertreffen diejenigen am Zahn.
7. Dentin wird leichter als Zement resorbiert.
8. Die gleichzeitigen Gewebsveränderungen am Zahn, Periodontium und Alveolarknochen (Paradentium) sind ein Beweis für die Richtigkeit der Auffassung W e s k i s von der funktionellen Einheit dieser drei Gewebe.

Herrn Privatdozenten Dr. Dr. B i c h l m a y r möchte ich für die Überlassung des Themas und der Präparate, zugleich auch für die freundliche Unterstützung, die er mir bei der Anfertigung der Arbeit jederzeit entgegengebracht hat, meinen ergebensten Dank sagen.

LITERATUR.

1. *Walkhoff:* Die Unregelmäßigkeiten in den Zahnstellungen und ihre Behandlung. Leipzig 1891.
2. — Beiträge zur Theorie und Praxis der orthodontischen Maßnahmen und deren Beziehungen zur Entwicklungsmechanik der Kiefer. Deutsch. Zahnheilkunde 1927, H. 69.
3. *Flourens:* zit. nach Gubrich: Veränderungen an orthodontisch bewegten Zähnen. Correspondenzblatt f. Zahnärzte 1930, H. 4.
4. *Sandstedt:* zit. nach Schwarz: Gewebsveränderungen noch orthodontischen Maßnahmen. F. d. Orthod. 1931.
5. *Oppenheim:* Gewebsveränderungen bei orthodontischen Maßnahmen (aus Angle: Okklusionsanomalien der Zähne).
6. *Johnson-Appleton-Rittershofer:* zit. nach Korkhaus: Moderne orthodontische Therapie.
7. *Heinrich:* Die patho-histologischen Veränderungen im Kiefer bei orthodontischen Maßnahmen. Deutsch. Zahnhlkd. 1923, H. 58.
8. *Bauer-Lang:* Das Wandern der Zähne. Vj. f. Z. 1928, H. 3.
9. *M. A. Schwarz:* Die Gewebsveränderungen bei orthodontischen Maßnahmen. F. d. Orthod. 1931 u. 1932.
10. — Über die Bewegung belasteter Zähne. Z. f. Stom. 1928, H. 1, 1929, H. 6.
11. *Gottlieb* u. *Orban:* Die Veränderungen der Gewebe bei übermäßiger Beanspruchung der Zähne. Thieme. 1931.
12. *Oppenheim:* Die Krise in der Orthodontie. Z. f. Stom. 1933, H. 7, 8 u. 11.
13. *Grünberg* u. *Oppenheim:* Orthodontische Therapie. F. d. Zahnhlkd. 1928.
14. *Breitner:* Experimentelle Veränderungen der mesio-distalen Beziehungen der oberen und unteren Zahnreihen. Z. f. Stom. 1930.
15. *Scheff:* Handbuch der Zahnheilkunde. Bd. 6.
16. *Euler-Meyer:* Pathohistologie der Zähne mit besonderer Berücksichtigung der Pathobiologie.
17. *Siegmund-Weber:* Pathologische Histologie der Mundhöhle. Leipzig 1926.
18. *G. Fischer:* Die Biologie des periodontalen Raumes. Deutsche Zahnhlkd. 1933, H. 87.
19. *Reichborn-Kjennerud:* Über die Mechanik des Durchbruchs der bleibenden Zähne.
20. *Gottlieb-Orban:* Zahnfleischentzündung und Zahnlockerung. Berlin 1933.
21. *Kogure-Yamada-Tonuda:* Über die an menschlichen Zähnen angewandten Regulierungskräfte im Zusammenhang mit ihren patho-histologischen Veränderungen. F. d. Orthod. 1933.
22. *Gottlieb:* Paradentalpyorrhoe und Alveolaratrophie. F. d. Zahnhlkd. V. Band, I. Teil.
23. *Bichlmayr:* Über Orth. und Gewebsvorgänge mit expermt. Untersuchungen am Tier. Habil. Arbeit. Kiel 1932.
24. *Roux:* Abhandlung über Entwicklungsmechanik des Organismus. Leipzig 1895.
25. *Wolf:* Das Gesetz der Transformation der Knochen. Berlin 1892.
26. *Walkhoff:* Über die Natur der Gewebsveränderungen bei orthod. Maßnahmen. D. Z. W. 1935, Bd. II.

LEBENSLAUF.

Am 22. Januar 1912 wurde ich als Sohn des Baurats Gustav Schaper in Wunstorf bei Hannover geboren. Nach dreijährigem Besuch der Bürgerschule in Lauenburg-Elbe, 5jähriger Ausbildung an der Mittelschule daselbst und 3jähriger Ausbildung an der Oberrealschule zum Dom in Lübeck verließ ich diese mit dem Reifezeugnis im März 1930. Nach einer einjährigen Ausbildungszeit bei der Reichswehr im 6./A. R. 2, Schwerin i. M., begann ich im Mai 1931 mit dem Studium der Zahnheilkunde. Ich studierte in Hamburg, Innsbruck und Kiel und erlangte am 20. September 1934 in Kiel die zahnärztliche Approbation.

Hans-Joachim Schaper.